

PERANCANGAN ALAT BANTU DALAM PROSES PENYEMBELIHAN AYAM MENGGUNAKAN METODE *ERGONOMIC FUNCTION*

1st Muhammad Hilmi Zuhair
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

izulhilmi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Dr. Agus Kusnayat, S.T., M.T
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

agus_kusnayat@yahoo.com

3rd Dino Caesaron, S.T., M.T., Ph.D
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

dino.caesaron@gmail.com

Abstrak — Proses penyembelihan ayam di UMKM dilakukan secara manual dengan postur kerja jongkok yang tidak ergonomis, menghasilkan skor Rapid Entire Body Assessment (REBA) sebesar 10 yang mengindikasikan Risiko Tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat bantu yang memenuhi prinsip-prinsip EASNE (Efektif, Aman, Sehat, Nyaman, dan Efisien) guna memperbaiki postur kerja tersebut. Metode Ergonomic Function Deployment (EFD) digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan pekerja menjadi spesifikasi teknis. Proses pengembangan konsep meliputi tahap concept screening dan scoring, pemodelan 3D, hingga pengujian prototipe fungsional. Hasil penelitian ini adalah sebuah rancangan alat bantu dengan 4 corong (funnel) berbahan Stainless Steel 304, dilengkapi sistem penampungan limbah tertutup, dan roda untuk mobilitas. Pencapaian paling signifikan adalah perbaikan postur kerja menjadi berdiri dinamis, yang terbukti menurunkan skor REBA dari 10 (Risiko Tinggi) menjadi 5 (Risiko Sedang), atau setara dengan reduksi risiko sebesar 50%. Dengan demikian, metode EFD terbukti berhasil menghasilkan rancangan yang secara efektif meningkatkan aspek efektif, aman, sehat, nyaman dan efisiensi kerja.

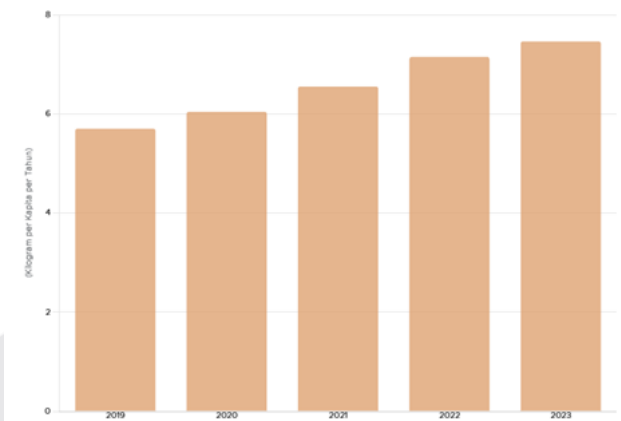
Kata kunci— *Ergonomic Function Deployment*, Alat Bantu Penyembelihan, *Killing Cone*, Postur Kerja, REBA, MSDs

I. PENDAHULUAN

Penyembelihan ayam merupakan proses fundamental dalam operasional rumah pemotongan unggas (RPU). Di negara dengan populasi Muslim mayoritas seperti Indonesia, proses ini terikat pada kepatuhan terhadap prinsip halal, di mana *single stroke technique* menjadi salah satu metode yang umum diterapkan. Teknik ini dirancang untuk memotong tiga saluran esensial di tenggorokan ayam dalam satu gerakan, yaitu *trakhea* (saluran napas), *esofagus* (saluran makan), serta pembuluh darah utama. Implementasi yang tepat tidak hanya memastikan pemenuhan syariat, tetapi juga berkontribusi

signifikan terhadap peningkatan kualitas daging dan efisiensi proses penyembelihan secara keseluruhan[1].

Konsumsi Daging Ayam per Kapita di Indonesia
Sumber: Badan Pangan Nasional



Gambar 1
Konsumsi Daging Ayam Di Indonesia

Pada tahun 2023, konsumsi daging ayam rata-rata per orang di Indonesia adalah 7,46 kilogram, yang berarti peningkatan sebesar 1,86 kilogram dari rata-rata tahun 2019 menurut Badan Pangan Nasional. Peningkatan konsumsi ini memerlukan pemrosesan daging ayam yang efisien untuk meminimalkan pemborosan sambil mematuhi persyaratan kualitas dan halal. Salah satu teknik satu kali pemotongan terbukti memiliki dampak positif pada kualitas daging ayam khususnya dalam hal tekstur, warna, dan daya tahan simpannya[2].



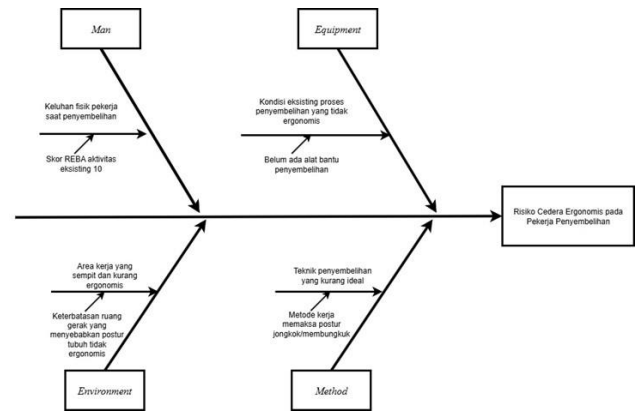
Gambar 2 Postur Kerja Kondisi Eksisting

Kondisi di lapangan pada gambar 2 menunjukkan bahwa penyembelihan ayam secara manual masih menghadapi berbagai tantangan, seperti yang terlihat pada gambar proses penyembelihan. Salah satu permasalahan utama adalah postur tubuh pekerja yang tidak ergonomis selama pelaksanaan teknik satu kali potong. Sebagian besar pekerja sering kali bekerja dalam posisi yang membungkuk atau jongkok, yang membutuhkan banyak tenaga dan dapat meningkatkan risiko cedera. Hal ini diperkuat dengan perhitungan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) pada proses penyembelihan yang ditampilkan pada gambar 3.

Setelah melakukan analisis terhadap postur tubuh pekerja menggunakan metode REBA, diperoleh nilai REBA sebesar 10, yang menunjukkan adanya risiko tinggi. Hal ini menandakan perlunya penyelidikan lebih lanjut dan perubahan segera. Berdasarkan pengamatan dan perhitungan REBA, ditemukan masalah ergonomi yang dapat mempengaruhi produktivitas pekerja dalam proses penyembelihan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* (EFD) untuk membantu rumah potong ayam merancang killing cone yang ergonomis dengan mengacu pada konsep ergonomis EASNE (efektif, aman, sehat, nyaman, dan efisien). Metode EFD memastikan bahwa desain alat bantu tidak hanya memenuhi prinsip ergonomi, tetapi juga meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan efisiensi pengguna dalam operasional sehari-hari [3].

Proses identifikasi alternatif solusi dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat analisis yang dikenal sebagai diagram fishbone. Diagram ini membantu peneliti, baik secara individu untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang berpotensi menjadi penyebab permasalahan atau hasil yang tidak sesuai harapan. Diagram fishbone secara visual memetakan hubungan antara beragam faktor penyebab dan dampaknya. Dalam penelitian ini, analisis difokuskan pada permasalahan proses penyembelihan dengan adanya risiko MSDs pada pekerja UMKM pemotongan ayam suherti saat proses penyembelihan.



Gambar 3
Fishbone Diagram

Berdasarkan pemaparan *fishbone*, kebutuhan perancangan alat bantu penyembelihan ayam dianalisis dari empat faktor utama: manusia, mesin/peralatan, metode, dan lingkungan. Dari faktor manusia, akar masalah berupa postur kerja paksa yang menyebabkan keluhan fisik dijawab dengan solusi Melakukan evaluasi dan membuat rancangan alat bantu penyembelihan. Pada faktor mesin/peralatan, ketiadaan alat bantu spesifik diatasi dengan merancang sebuah killing cone yang fungsional. Selanjutnya, pada faktor metode, proses kerja yang sepenuhnya manual dan tidak terstandar akan diperbaiki dengan mengembangkan alur kerja baru yang lebih terstruktur dan efisien. Terakhir, kendala dari faktor lingkungan berupa area kerja yang sempit dijawab dengan mendesain alat bantu yang ringkas dan portabel. pekerja dan lingkungan kerja secara keseluruhan.

II. KAJIAN TEORI

A. Ergonomi

Ergonomi adalah bidang ilmu yang menyelidiki berbagai aspek untuk meningkatkan kinerja sistem manusia dan pekerjaannya. Tujuan ergonomi adalah untuk mencapai kondisi alat, metode, dan lingkungan kerja yang efisien, nyaman, aman, sehat, dan efektif [4].

Untuk mencapai kualitas kerja yang baik, tujuan utama ergonomi adalah menerapkan elemen kesehatan, keamanan, dan kenyamanan kerja. Pada tingkat yang lebih tinggi, ergonomi bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang optimal [5].

B. Antropometri

Antropometri adalah disiplin ilmu yang berfokus pada pengukuran kuantitatif dimensi fisik tubuh manusia. Disiplin ini merupakan fondasi esensial dalam perancangan ergonomis karena menyediakan data numerik mengenai karakteristik tubuh seperti ukuran, bentuk, dan kekuatan yang menjadi acuan utama dalam mendesain produk atau sistem kerja. Tujuan utamanya adalah untuk menciptakan keselarasan antara pengguna dan lingkungan kerjanya, sehingga tercapai interaksi yang aman, nyaman, dan efisien. Secara umum, metode pengukuran ini diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu statis dan dinamis.

C. Rapid Entire Body Assessment (REBA)

Rapid Entire Body Assessment (REBA) adalah sebuah metode yang digunakan untuk melakukan penilaian terhadap postur tubuh pekerja. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisis dan menilai tingkat risiko cedera, khususnya gangguan muskuloskeletal (MSDs), yang mungkin dialami oleh pekerja akibat postur tubuh yang diadopsi selama melakukan aktivitas kerja. Metode REBA bekerja dengan cara mengidentifikasi postur-postur tubuh yang dianggap berbahaya[6]

D. Pengembangan Produk

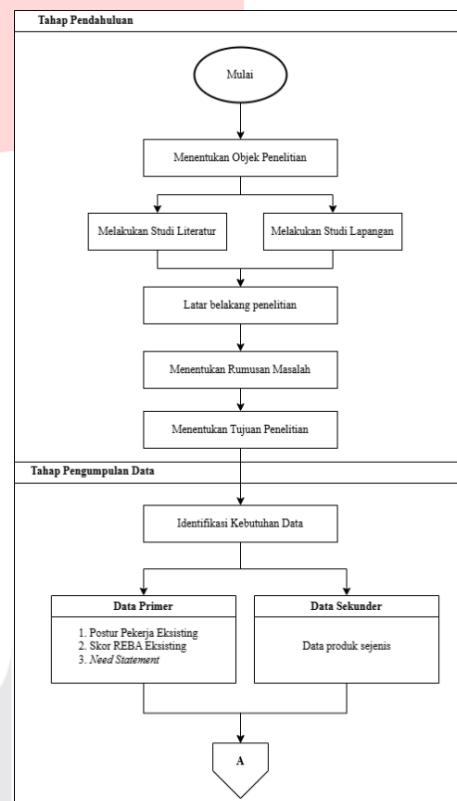
Pengembangan produk adalah usaha yang mencakup beberapa tahap, dimulai dari menentukan peluang pasar hingga produksi, penjualan, dan pengiriman produk. Sebelum produk dapat diproduksi dan digunakan oleh pelanggan, beberapa proses harus dilewati selama proses pengembangannya [7]

E. Ergonomi Function Deployment

Ergonomic Function Deployment (EFD) adalah evolusi dari *Quality Function Deployment* (QFD). EFD menggabungkan hubungan antara kebutuhan pelanggan dan elemen ergonomi dalam produk. *Matriks House of Quality* (HoQ), yang mencakup aspek ergonomi yang diharapkan [8]. Hubungan antara keinginan konsumen dan faktor-faktor ergonomi dalam metode Ergonomic Function Deployment (EFD) akan dikembangkan menjadi matriks House of Ergonomics (HoE)

Selanjutnya, pada tahap ketiga, dilakukan pengolahan data dan perancangan solusi. Data yang telah terkumpul diproses menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna ke dalam spesifikasi teknis dalam sebuah matriks House of Ergonomic (HoE). Berdasarkan matriks tersebut, dikembangkan beberapa alternatif konsep alat bantu. Konsep-konsep ini kemudian dievaluasi melalui proses seleksi yang sistematis untuk memperoleh satu konsep terpilih yang dinilai paling optimal, yang kemudian dirinci spesifikasi teknisnya.

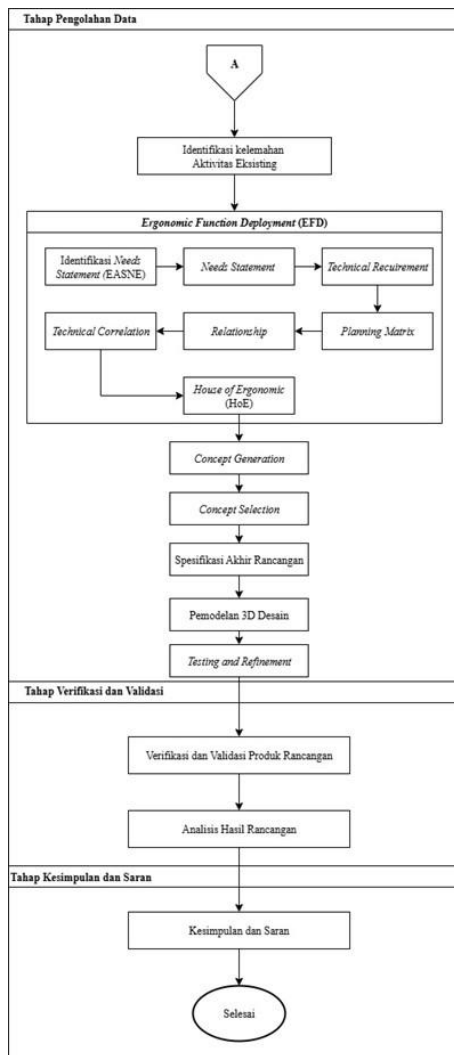
Tahap akhir penelitian mencakup analisis dan penarikan kesimpulan. Pada tahap ini, dilakukan analisis mendalam terhadap rancangan konsep alat bantu yang telah terpilih. Berdasarkan hasil analisis tersebut, selanjutnya dirumuskan kesimpulan yang merangkum keseluruhan temuan dan menjawab tujuan penelitian yang telah ditetapkan.



III. METODE

Metodologi penelitian ini dilaksanakan secara sistematis melalui empat tahapan utama. Tahap pendahuluan difokuskan pada penentuan objek penelitian yang relevan. Proses ini didasarkan pada kombinasi studi literatur untuk memahami teori yang ada dan studi lapangan untuk mengidentifikasi permasalahan di dunia nyata. Setelah objek yang terindikasi memiliki isu yang signifikan ditetapkan, maka disusunlah latar belakang penelitian serta perumusan masalah sebagai landasan bagi seluruh rangkaian penelitian.

Tahap kedua adalah pengumpulan data, yang dilaksanakan secara langsung di lokasi penelitian melalui metode observasi dan wawancara. Tahapan ini diawali dengan identifikasi spesifik mengenai data apa saja yang diperlukan untuk menjawab rumusan masalah. Data yang berhasil dikumpulkan kemudian dikelompokkan ke dalam dua kategori utama, yaitu data primer yang diperoleh langsung dari sumber pertama dan data sekunder yang berasal dari studi literatur atau sumber lainnya.

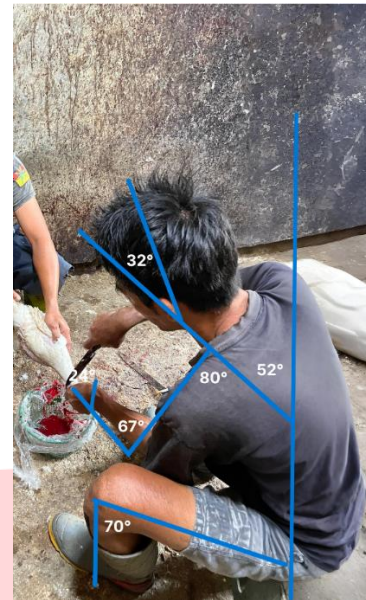


Gambar 4
Sistematika Perancangan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengambilan Data

- Perhitungan nilai RULA postur kerja eksisting
Postur kerja ketika melakukan penyembelihan ayam dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5
Postur Kerja Eksisting

Analisis postur kerja selama tahap pengemasan dilakukan dengan menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). Berdasarkan penilaian tersebut, postur kerja ini memperoleh skor akhir sebesar 10, dengan rincian hasil yang disajikan pada Gambar 6.

2. Need Statement

Need statement merujuk pada spesifikasi kebutuhan produk yang diperoleh dari hasil analisis *customer statement*. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengidentifikasi dan merumuskan inti dari keinginan serta keperluan fundamental yang relevan bagi para pengguna alat tersebut.

Tabel 1
Need Statement

<i>Customer Statemet</i>	<i>Need Statement</i>
Tempat operasional yang sempit menyulitkan penataan alat dan menghambat pergerakan, sehingga dibutuhkan alat yang ringkas dan mudah dipindahkan.	Produk sesuai untuk tempat operasional tidak luas (compact) Produk ringkas dan tidak merepotkan Produk bisa digeser-geser
Posisi kerja yang tidak ergonomis menyebabkan badan pegal, terutama di punggung dan tangan. Alur kerja juga tidak efisien karena gerakan yang tidak perlu.	Mengurangi badan pegal (ergonomis) Mengurangi gerakan bolak-balik/jangkauan tidak perlu Sistem untuk beberapa ayam sekaligus secara teratur Penampungan darah rapi dan tidak berceceran
Peralatan yang digunakan saat ini sulit untuk	Alat mudah dibersihkan (mendukung sanitasi)

dibersihkan secara menyeluruh, padahal aspek sanitasi dan kebersihan merupakan prioritas utama.	
Proses kerja secara keseluruhan menjadi lambat karena alat yang sulit dibersihkan setelah digunakan dan adanya risiko dari sisa darah yang tumpah.	Proses kerja lebih efisien Alat tidak ribet dibersihkan
Pertimbangan utama untuk alat baru adalah manfaatnya dalam membuat pekerjaan lebih mudah dan aman, terutama di area yang terbatas.	Membuat kerjaan lebih mudah dan aman Alat cocok untuk area terbatas Alat gampang dipindahkan
Harapannya, alat baru dapat meningkatkan efisiensi dengan alur kerja yang lebih tertata, nyaman digunakan untuk mengurangi kelelahan, serta mudah dioperasikan dan dibersihkan.	Membuat kerja lebih efisien (alur jelas & tertata) Dapat menangani beberapa ayam sekaligus Nyaman dipakai (tidak membuat capek/sakit) Gampang dipakai dan dibersihkan

B. Ergonomic Function Deployment

1. *Customer attributes*

Tahap pertama dalam metode EFD untuk pengembangan alat bantu pengemasan adalah pemetaan *need statement* yang telah diperoleh ke dalam prinsip-prinsip ergonomi. Setiap kebutuhan pengguna dianalisis berdasarkan lima pilar kerangka kerja ENASE: efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien.

Tabel 2
Customer attributes

Variabel	<i>Need Statement</i>	<i>Technical Needs Statement</i>	Code
Efektif	Produk memungkinkan penanganan beberapa ayam sekaligus secara teratur	Desain produk mendukung peningkatan throughput dengan kapasitas multi-unit	V1
Aman	Produk mengurangi risiko kecelakaan kerja	Konstruksi dan fitur Produk meminimalkan potensi bahaya fisik bagi pekerja	V2

	Produk mengurangi risiko kontaminasi	Desain dan material produk bertujuan menjaga higienitas produk dan mencegah kontaminasi	V3
	Produk mudah dibersihkan serta mendukung sanitasi/higienitas	Produk menggunakan material yang mudah di bersihkan	V4
Sehat	Produk tidak menimbulkan bau tak sedap	Sistem penampungan produk samping dirancang tertutup atau terisolasi untuk meminimalkan emisi bau ke area kerja	V5
Nyaman	Produk mendukung kenyamanan fisik dan ergonomi kerja	Desain produk memperhatikan antropometri untuk postur alami dan meminimalkan pergerakan yang melelahkan	V6
	Produk mudah di pindahkan	Produk dilengkapi fitur roda untuk kemudahan penempatan dan penyesuaian area kerja	V7
Efisien	Produk efisien dalam penggunaan ruang	Dimensi dan desain produk dioptimalkan untuk penggunaan efektif di ruang terbatas	V8

2. *Technical Response*

Karakteristik teknis untuk perancangan alat bantu pada tahap ini dirumuskan berdasarkan *need statement* yang telah ditetapkan, yang kemudian berfungsi sebagai panduan utama dalam proses desain.

Tabel 3
Technical Response

No	<i>Need Statement</i>	<i>Technical Response</i>	Satuan
1	Produk memungkinkan	Jumlah slot penanganan	unit

	penanganan beberapa ayam sekaligus secara teratur	ayam pada produk	
2	Produk mengurangi risiko kecelakaan kerja	Material produk sesuai standar	List
3	Produk mengurangi risiko kontaminasi	Material <i>food grade</i>	Binary
4	Produk mudah dibersihkan serta mendukung sanitasi/higienitas	Kemudahan pembongkaran komponen produk (lepas-pasang)	Binary
5	Produk tidak menimbulkan bau tak sedap	Desain sistem penampungan yang tertutup	Binary
6	Produk mendukung kenyamanan fisik dan ergonomi kerja	Nilai skor <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA)	Skor/Nilai
7	Produk mudah di pindahkan	Sistem untuk mendorong /menarik produk	Binary
8	Produk efisien dalam penggunaan ruang	Persentase reduksi luas lantai yang dibutuhkan	% (persen)

3. Target Specification

Tabel 4 merinci penetapan target spesifikasi bagi setiap *technical response* yang telah diidentifikasi.

Tabel 4
Target Specification

No	Need Statement	Target Nilai	Satuan	Sumber
1	Produk memungkinkan penanganan beberapa ayam sekaligus secara teratur	Ketersediaan funnel penanganan ayam pada produk	Ya/Tidak	Feedback pekerja
2	Produk mengurangi risiko kecelakaan kerja	Unit	List	[9]
3	Produk mengurangi risiko kontaminasi	Ya/Tidak	Binary	[9]

4	Produk mudah dibersihkan serta mendukung sanitasi/higienitas	Ya/Tidak	Binary	Feedback pekerja
5	Produk tidak menimbulkan bau tak sedap	Ya/Tidak	Binary	Feedback pekerja
6	Produk mendukung kenyamanan fisik dan ergonomi kerja	≤ 10	Skor/Nilai	REBA Worksheet
7	Produk mudah di pindahkan	Ya/Tidak	Binary	Feedback pekerja
8	Produk efisien dalam penggunaan ruang	≥35%	% (persen)	Membandingkan desain usulan dengan pengukuran kondisi eksisting

4. Klein Grid Matrix dan Planning Matrix

Dalam pembentukan *Klein Grid Matrix*, penetapan garis tengah (*centerline*) merupakan langkah esensial untuk menentukan prioritas kebutuhan yang akan diintegrasikan ke dalam produk. *Centerline* ini dihitung berdasarkan pembobotan setiap variabel *need statement*, dengan mengacu pada data hasil wawancara mengenai tingkat kepuasan dan tingkat kepentingan dari sisi pengguna.

Tabel 5
Weighted Average Performance

Weighted Average Performance (Customer Satisfaction)							
V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
1,50	2,00	2,00	1,50	1,00	1,50	1,50	2,00
Weighted Average Performance (Customer Importance)							
V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
4,00	4,00	3,50	3,50	3,00	4,00	3,00	3,50

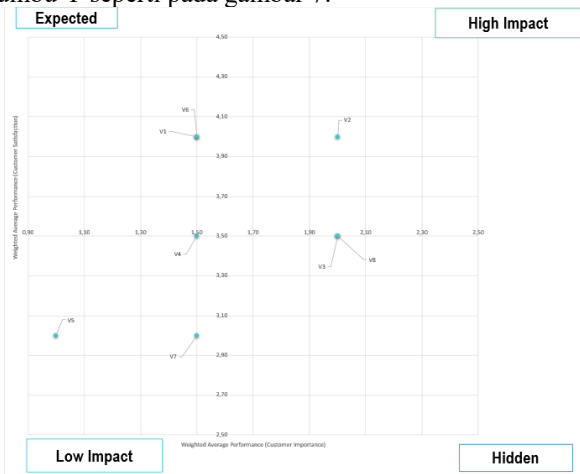
Berdasarkan nilai pembobotan tingkat kepuasan dan kepentingan yang telah diperoleh, garis tengah (*centerline*) untuk sumbu X dan Y pada matriks ditentukan melalui perhitungan nilai rata-rata dari masing-masing set data tersebut. Hasilnya disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6
Intersection Point

Intersection Point (X)	1,63
------------------------	------

Intersection Point (Y)	3,56
------------------------	------

Dari hasil perhitungan didapatkan titik tengah yang akan digunakan untuk pembuatan klein grid matrix yaitu pada titik 1.63 untuk sumbu X dan titik 3.56 untuk sumbu Y seperti pada gambar 7.



Gambar 6
Klein Grid Matrix

Tabel 7
Planning Matrix

No	Needs Statement	Matriks Klein Grid	Customer Satisfaction	Importance to Customer	Goal	Improvement ratio	Sales point	Raw weight	Normalized raw weight
1	Produk memungkinkan penanganan beberapa ayam sekaligus secara teratur	EXP	1,50	4,00	2,75	1,83	1,2	8,80	0,16
2	Produk mengurangi risiko kecelakaan kerja	HIM	2,00	4,00	3,00	1,50	1,5	9,00	0,16
3	Produk mengurangi risiko kontaminasi	HID	2,00	3,50	2,75	1,38	1,2	5,78	0,10
4	Produk mudah dibersihkan serta mendukung sanitasi/higienitas	LIM	1,50	3,50	2,50	1,67	1	5,83	0,10
5	Produk tidak menimbulkan bau tak sedap	LIM	1,00	3,00	2,00	2,00	1	6,00	0,11
6	Produk mendukung kenyamanan fisik dan ergonomi kerja	EXP	1,50	4,00	2,75	1,83	1,2	8,80	0,16
7	Produk mudah di pindahkan	LIM	1,50	3,00	2,25	1,50	1	4,50	0,08
8	Produk efisien dalam penggunaan ruang	HID	2,00	3,50	2,75	1,38	1,5	7,22	0,13
TOTAL								55,93	1,00

5. Relationship Between Need Statement and Technical Response

Pada tahap ini, dilakukan pemetaan hubungan antara *need statement* dan *technical response* yang telah diidentifikasi, di mana setiap hubungan tersebut diklasifikasikan ke dalam tiga kategori kekuatan: *strong*, *moderate*, dan *weak*.

Tabel 8
Relationship Symbol

Simbol	Nilai	Keterangan
●	9	Strong
○	3	Moderate
△	1	Weak

Tabel 9
Relationship of Need Statement and Technical

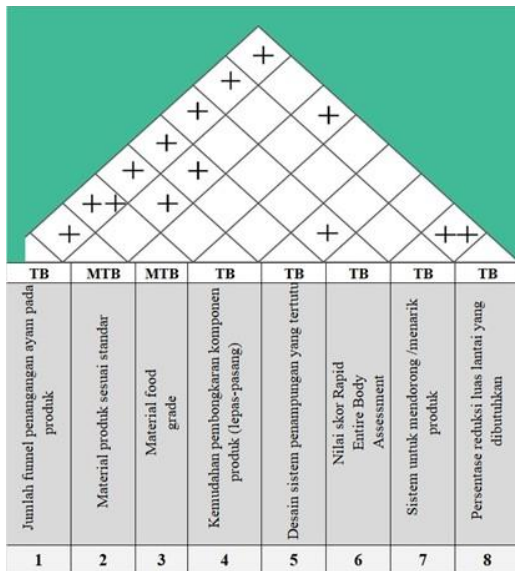
Metric Technical Responses		Needs Statement							
		Jumlah fungsi penanganan ayam pada produk	Material produk sesuai standar	Material food grade	Kemudahan pembongkaran komponen produk (lepas-pasang)	Desain sistem penanganan yang terin	Nilai skor Rapid Analytical Assessment	Sistem untuk mendukung /memarik produk	Persentase reduksi luas lantai yang dituntukan
		1	2	3	4	5	6	7	8
V1	Produk memungkinkan penanganan beberapa ayam sekaligus secara teratur	●							
V2	Produk mengurangi risiko kecelakaan kerja		●		△	△			
V3	Produk mengurangi risiko kontaminasi			●	○	○			
V4	Produk mudah dibersihkan serta mendukung sanitasi higienitas		○		●				
V5	Produk tidak menimbulkan bau tak sedap					●			
V6	Produk mendukung kenyamanan fisik dan ergonomi kerja						●	○	△
V7	Produk mudah di pindahkan							●	
V8	Produk efisien dalam penggunaan ruang	△							●

6. Technical Response Correlations

Pada tahap ini, diidentifikasi dan dievaluasi hubungan timbal balik antar setiap *technical response* yang telah dirumuskan. Evaluasi ini mencakup penentuan kekuatan keterkaitan serta sifat hubungan tersebut, apakah saling mendukung berbanding lurus atau saling bertentangan berbanding terbalik.

Tabel 10
Correlation Symbol

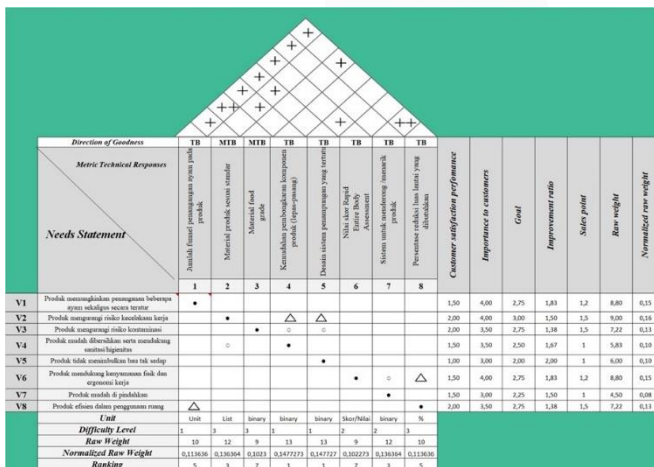
Hubungan antar persyaratan teknis		
Simbol	Arti	Keterangan
++	Strong Positive Impact	Kedua matriks memiliki hubungan kuat dan nilai berbanding lurus
+	Moderate Positive Impact	Kedua matriks memiliki hubungan sedang dan nilai yang berbanding lurus
blank	No Impact	Kedua matriks tidak memiliki hubungan
-	Moderate Negative Impact	Kedua matriks memiliki hubungan sedang dan nilai yang berbanding terbalik
--	Strong Negative Impact	Kedua matriks memiliki hubungan kuat dan nilai yang berbanding terbalik



Gambar 7
Technical Response Correlation

7. House of Ergonomic

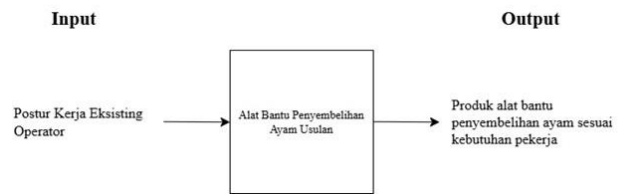
Langkah final dalam proses pengembangan alat bantu pengemasan menggunakan EFD adalah penyusunan matriks *House of Ergonomic* (HoE). Matriks HoE ini merupakan sintesis dari semua tahapan sebelumnya yang berfungsi untuk memetakan secara visual seluruh komponen dan interelasinya, seperti yang tersaji pada gambar 9.



Gambar 8
House of Ergonomic

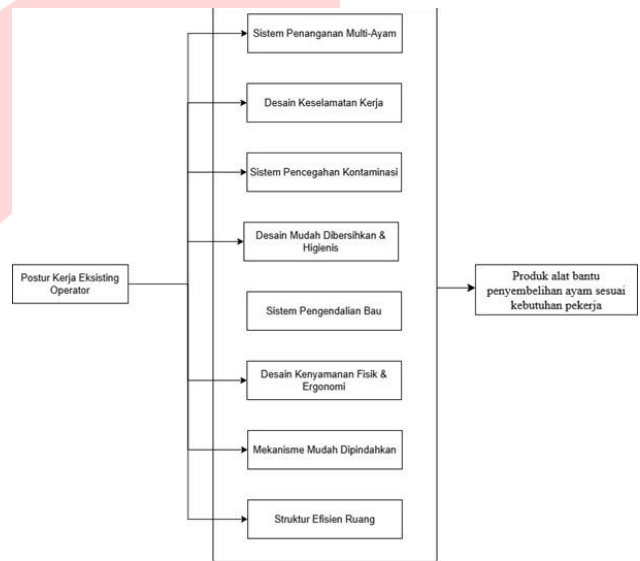
C. Concept Generation

Tahap *concept generation* diawali dengan klasifikasi permasalahan yang didasarkan pada *need statement* yang telah diidentifikasi sebelumnya sebagai landasan pengembangan alat bantu penyembelihan. Proses ini kemudian dilanjutkan dengan penyusunan diagram fungsi (*function diagram*) dalam format *black box*, yang bertujuan untuk merepresentasikan fungsi keseluruhan dari alat tersebut, sebagaimana disajikan pada gambar berikut.



Gambar 9
Black Box

Setelah fungsi utama direpresentasikan dalam diagram *black box*, langkah selanjutnya adalah melakukan dekomposisi menjadi sub-fungsi yang lebih terperinci. Pemecahan fungsi ini, yang divisualisasikan dalam diagram sub-fungsi (*sub-function diagram*) pada gambar berikut, bertujuan untuk mempermudah proses pengembangan konsep rancangan untuk alat bantu penyembelihan.



Gambar 11
Subfunction Diagram

Berdasarkan diagram sub-fungsi yang telah dipaparkan sebelumnya, proses pengembangan konsep untuk alat bantu pengemasan dimulai. Tahap ini dilaksanakan dengan mengaplikasikan *morphology chart*.

Tabel 11
Relationship of Need Statement and Technical Response

Function	Ops 1	Ops 2	Ops 3
Option			
Material Mudah Dibersihkan			
	Polished	Brushed	
Material Food Grade			
	Stainless steel 304	Aluminum 3003	Aluminum 1001
Sistem Pengendalian Bau			
Sistem Pencegahan Kontaminasi	Box		
Mekanisme Mudah Dipindahkan			
	Roda	Handle	
Struktur Efisien Ruang			
	Diameter 560mm	Diameter 570mm	Diameter 580

Berdasarkan serangkaian opsi yang telah dijabarkan, dihasilkan empat (4) alternatif kombinasi konsep yang akan dievaluasi lebih lanjut. Rincian dari keempat kombinasi konsep tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 12
Concept Combination

Concept	Function					
	Material Mudah di Bersihkan	Material Food Grade	Sistem Pengendalian Bau	Sistem Pencegahan Kontaminasi	Mekanisme Mudah Dipindahkan	Struktur Efisien Ruang
A						
	Brushed	Stainless steel 304	Box		Roda	Diameter 560mm
B						
	Polished	Aluminum 3003	Box		Roda	Diameter 570mm
C						
	Polished	Aluminum 1001	Box		Handle	Diameter 560mm
D						
	Brushed	Stainless steel 304	Box		Handle	Diameter 570mm

D. Concept Selection

Tahap concept selection berfungsi sebagai mekanisme penyaringan untuk memilih konsep final dengan cara membandingkan dan mengeliminasi alternatif yang ada. Keberhasilan tahap ini bergantung pada penetapan kriteria seleksi yang relevan, di mana setiap kriteria tersebut harus berkorespondensi dengan *need statement* yang telah diperoleh dari pengguna. Kriteria-kriteria yang menjadi dasar perbandingan konsep tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 13
Selection Criteria

Selection Criteria	Needs Statement
Performa	Produk memungkinkan penanganan beberapa ayam sekaligus secara teratur

Selection Criteria	Needs Statement
Keamanan	Produk mengurangi risiko kecelakaan kerja
	Produk mengurangi risiko kontaminasi
Higenitas	Produk mudah dibersihkan serta mendukung sanitasi/higienitas
	Produk tidak menimbulkan bau tak sedap
Ergonomi	Produk mendukung kenyamanan fisik dan ergonomi kerja
Kemudahan penggunaan	Produk mudah di pindahkan
Efisiensi Ruang	Produk efisien dalam penggunaan ruang

E. Concet Screening

Tahap *concept screening* dilaksanakan dengan tujuan utama untuk melakukan penyaringan awal terhadap serangkaian alternatif konsep yang tersedia. Selain itu, tahap ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi potensi perbaikan dan pengembangan dari konsep-konsep tersebut. Dalam proses evaluasi komparatif ini, digunakan sebuah produk referensi, yaitu produk *killing cone* komersial yang ditemukan pada *platform e-commerce*.

Tabel 14
Concept Screening

Selection Criteria	Concepts				
	A	B	C	D	Reference
Performa	0	+	+	+	0
Keamanan	+	-	+	-	0
Higenitas	+	0	+	+	0
Ergonomi	+	+	+	+	0
Kemudahan penggunaan	+	+	-	-	0
Efisiensi	-	-	-	-	0
Sum + 's	4	3	4	3	
Sum 0's	1	1	0	0	
Sum - 's	2	3	2	3	
Net Score	3	1	2	0	
Rank	1	3	2	4	
Continue?	Yes	Yes	Yes	No	

Berdasarkan hasil dari proses *concept screening* yang disajikan pada tabel sebelumnya, ditetapkan bahwa Konsep A, B, dan C merupakan alternatif yang lolos seleksi. Ketiga konsep ini akan dievaluasi lebih lanjut pada tahap penilaian berikutnya.

F. Concept Scoring

Langkah pertama sebelum memulai tahap *concept scoring* adalah menetapkan bobot kepentingan untuk setiap kriteria evaluasi. Bobot setiap kriteria ini merepresentasikan akumulasi nilai kepentingan dari *technical response* dan *need statement* yang terkait. Penetapan bobot untuk masing-masing kriteria tersebut dipaparkan sebagai berikut.

Tabel 15
Selection Criteria's Weight

No	Needs Statement	Selection Criteria	Weight
1	Produk memungkinkan penanganan beberapa ayam sekaligus secara teratur	Performa	11 %
2	Produk mengurangi risiko kecelakaan kerja	Keamanan	21 %
3	Produk mengurangi risiko kontaminasi		
4	Produk mudah dibersihkan serta mendukung sanitasi/higienitas	Higenitas	18 %
5	Produk tidak menimbulkan bau tak sedap		
6	Produk mendukung kenyamanan fisik dan ergonomi kerja	Ergonomi	11%
7	Produk mudah di pindahkan	Kemudahan penggunaan	8 %
8	Produk efisien dalam penggunaan ruang	Efisiensi Ruang	10 %

Langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap konsep-konsep yang telah lolos seleksi sebelumnya. Proses evaluasi ini dilaksanakan dengan mengacu pada kriteria seleksi (*selection criteria*) yang telah ditetapkan. Rincian hasil penilaian untuk setiap konsep alat bantu pengemasan penyembelihan ayam disajikan pada tabel berikut.

Tabel 16
Concept Scoring

No	Selection Criteria	Weight	Concept					
			A		B		C	
			Rating	Weight Score	Rating	Weight Score	Rating	Weight Score
1	Performa	11 %	3	0,33	4	0,44	5	0,55
2	Keamanan	21 %	5	1,05	4	0,84	5	1,05
3	Higenitas	18 %	5	0,90	4	0,72	4	0,72
4	Ergonomi	11 %	5	0,55	5	0,55	5	0,55
5	Kemudahan penggunaan	8 %	4	0,32	4	0,32	4	0,32
6	Efisiensi Ruang	10 %	5	0,50	4	0,40	3	0,30

Total Score	3,65	3,27	3,49
Rank	1	3	2
Continue?	Develop	No	No

concept scoring, Konsep A ditetapkan sebagai alternatif terpilih untuk dikembangkan lebih lanjut. Penetapan ini didasarkan pada perolehan skor total tertinggi yang diraih oleh Konsep A, yaitu sebesar 3,65.

G. Hasil Rancangan

Berdasarkan hasil *concept scoring*, Konsep A ditetapkan sebagai rancangan terpilih. Sebagai tindak lanjut, dilakukan penetapan spesifikasi akhir desain yang didasarkan pada rincian dari konsep terpilih tersebut. Berikut adalah rincian spesifikasi akhir untuk alat bantu penyembelihan ayam.

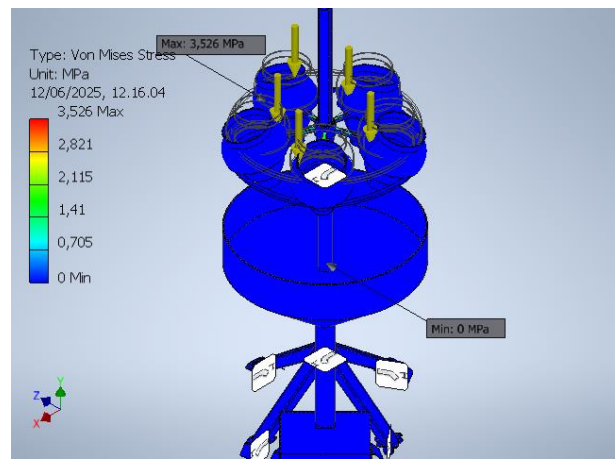
Tabel 17
Spesifikasi Akhir

No	Technical Response	Nilai	Satuan
1	Jumlah slot penanganan ayam pada produk	4	Unit
2	Material produk sesuai standar	Stainless Steel AISI 304	Spesifikasi Material
3	Material <i>food grade</i>	Stainless Steel AISI 304	Spesifikasi Material
4	Kemudahan pembongkaran komponen produk (lepas-pasang)	Lepas-pasang tanpa alat bantu	Waktu Perakitan
5	Desain sistem penampungan yang tertutup	Terintegrasi dan Tertutup	Tipe Desain
6	Nilai skor <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA)	<10	Skor/Nilai
7	Sistem untuk mendorong /menarik produk	Roda Berpengunci	Spesifikasi Komponen
8	Persentase reduksi luas lantai yang dibutuhkan	Diameter ≤ 600	mm

Berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan pada tabel sebelumnya, dilakukan visualisasi rancangan akhir dalam bentuk model 3D. Proses pemodelan ini dilaksanakan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor*. Berikut adalah hasil dari pemodelan alat bantu penyembelihan ayam.



Gambar 10
Rancangan Alat Bantu Penyembelihan Ayam



Gambar 11
Hasil analisis *Von Mises Stress*

F. Verifikasi

Setelah tahap perancangan desain 3D selesai, proses dilanjutkan dengan serangkaian pengujian dan analisis. Pengujian ini mencakup analisis kekuatan material (*stress analysis*), dan evaluasi ergonomi pada postur kerja usulan.

1. Analisis *Concept Selection*

Proses seleksi konsep dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu *concept screening* dan *concept scoring*. Pada tahap screening, Konsep A, B, dan C berhasil lolos ke tahap evaluasi berikutnya, sementara Konsep D dan E tereliminasi karena dinilai kurang praktis pada aspek kemudahan penggunaan akibat penggunaan handle dibandingkan roda. Selanjutnya, melalui penilaian kuantitatif pada tahap *concept scoring*, Konsep A ditetapkan sebagai rancangan final setelah meraih skor tertinggi (3,65). Keunggulan Konsep A didasarkan pada kombinasi fitur yang superior, terutama pada kriteria keamanan, higienitas, dan efisiensi ruang. Secara teknis, keunggulan ini didukung oleh penggunaan material *Stainless Steel 304*, sistem penampungan limbah tertutup (Box), dan desain yang paling ringkas (diameter 560mm) dibandingkan alternatif lainnya.

2. Analisis Material

Pemilihan material untuk alat bantu penyembelihan ayam didasarkan pada pertimbangan utama keamanan pangan *food grade*. Oleh karena itu, material yang dipilih harus memiliki karakteristik kekuatan yang memadai dan ketahanan terhadap korosi. Berdasarkan kriteria tersebut, *stainless steel 304* ditetapkan sebagai material utama karena dianggap lebih superior dari segi higienitas dan durabilitas jika dibandingkan dengan alternatif lain seperti aluminium.

Berdasarkan hasil analisis tegangan *von Mises* yang disimulasikan menggunakan Autodesk Inventor, disimpulkan bahwa material yang dipilih aman untuk digunakan. Kesimpulan ini didasarkan pada temuan bahwa tegangan maksimal yang dihasilkan (3,526 MPa) secara signifikan lebih rendah dari kekuatan luluh (yield strength) material (205 MPa).

3. Analisis RULA Postur Kerja Usulan

Untuk mengevaluasi postur kerja pada alat usulan, dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak *Tecnomatix Jack*. Simulasi ini mengaplikasikan model tubuh laki-laki standar karena rancangan alat bantu penyembelihan ayam ini ditujukan untuk penggunaan universal oleh berbagai operator.



Gambar 12
Postur Kerja Usulan

Analisis difokuskan pada sisi kiri tubuh operator karena posturnya identik dengan sisi kanan. Prosedur ini melibatkan pengukuran sudut pada operator virtual Gambar 13, yang datanya kemudian diproses menggunakan REBA Employee Assessment Worksheet untuk menentukan skor akhir. Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh skor REBA sebesar 5, yang diklasifikasikan ke dalam kategori risiko sedang.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil menjawab rumusan masalah mengenai perancangan alat bantu penyembelihan ayam yang ergonomis dan aman. Berdasarkan analisis pada kondisi kerja eksisting di UMKM Potong Ayam Suherti, teridentifikasi

masalah utama berupa postur kerja tidak ergonomis seperti jongkok dan membungkuk, yang menghasilkan skor REBA 10 dan mengindikasikan tingkat risiko cedera yang tinggi. Dengan menerapkan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD), kebutuhan pekerja diterjemahkan secara sistematis menjadi sebuah solusi desain. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah *prototipe* fungsional "Konsep A", yaitu alat bantu dengan 4 corong (*funnel*), berbahan *Stainless Steel AISI 304* yang higienis, dilengkapi sistem penampungan limbah tertutup, serta roda untuk mobilitas. Pencapaian paling signifikan dari penelitian ini adalah keberhasilan desain usulan dalam menciptakan sistem kerja yang lebih ergonomis dan aman. Hal ini dibuktikan dengan perubahan postur kerja fundamental dari jongkok menjadi berdiri dinamis, yang menghasilkan penurunan skor REBA secara drastis dari 10 (Risiko Tinggi) menjadi 5 (Risiko Sedang), atau setara dengan reduksi risiko sebesar 50%. Aspek keamanan juga tervalidasi melalui analisis simulasi kekuatan material yang menunjukkan bahwa desain ini sangat kuat untuk digunakan sesuai kapasitasnya. Dengan demikian, penelitian ini telah berhasil merancang sebuah alat bantu yang secara terukur meningkatkan aspek ergonomi dan keamanan bagi pekerja.

REFERENSI

- [1] Z. A. Aghwan and J. M. Regenstein, "Slaughter Practices of Different Faiths in Different Countries," *J Anim Sci Technol*, vol. 61, no. 3, pp. 111–121, 2019, doi: 10.5187/jast.2019.61.3.111.
- [2] R. Khalid, T. G. Knowles, and S. B. Wotton, "A Comparison of Blood Loss During the Halal Slaughter of Lambs Following Traditional Religious Slaughter Without Stunning, Electric Head-Only Stunning and Post-Cut Electric Head-Only Stunning," *Meat Sci*, vol. 110, pp. 15–23, 2015, doi: 10.1016/j.meatsci.2015.06.008.
- [3] A. Oktora and U. Amrina, "Application of Quality Function Deployment for the Design & Development of Consumer Cosmetic Packaging Bottle," *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, vol. 09, no. 02, pp. 10–17, 2023, doi: 10.31695/ijerat.2023.9.2.2.
- [4] Yulianus Hutabarat, "DASAR-DASAR PENGETAHUAN ERGONOMI," 2017.
- [5] W. R. Pradani, M. Rahayu, S. Martini, and M. I. Kurniawan, "Design of Wood Pellets Carrier using Ergonomic Function Deployment (EFD) Approach to Increase Productivity of Work: A Research at PTPN VIII Ciater," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 528, no. 1, p. 012011, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/528/1/012011.
- [6] S. Hignett and L. M. Ergonomist, "Rapid Entire Body Assessment (REBA)," 2000.
- [7] Ulrich et al., *Product design and development*. McGraw-Hill Education, 2020.
- [8] H. Anshori, J. Tuanku Tambusai Ujung, K. Tampan, K. Delima, and K. Pekanbaru, "PERANCANGAN MESIN POTONG AKRILIK YANG ERGONOMIS DAN EKONOMIS MENGGUNAKAN METODE ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT (EFD)," vol. 7, no. 1, pp. 96–103, 2020.
- [9] by William D. Callister, "Materials Science and Engineering An Introduction by William D. Callister, Jr., David G. Rethwish (z-lib.org)," 2017.